

PCT

世界知的所有権機関
国際事務局
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



<p>(51) 国際特許分類 G02B 27/10, 6/28</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/46629</p> <p>(43) 国際公開日 1999年9月16日 (16.09.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/01193</p> <p>(22) 国際出願日 1999年3月11日 (11.03.99)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平10/78414 1998年3月11日 (11.03.98) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日本板硝子株式会社 (NIPPON SHEET GLASS CO., LTD.) [JP/JP] 〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町3丁目3番11号 Osaka, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 仲間健一 (NAKAMA, Kenich) [JP/JP] 〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町3丁目3番11号 日本板硝子株式会社内 Osaka, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 大橋邦彦 (HASHI, Kunihiko) 〒113-0033 東京都文京区本郷五丁目1番16号 NP-IIビル11階 Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54) Title: OPTICAL DEMULTIPLEXER</p> <p>(54) 発明の名称 光分波器</p> <div data-bbox="357 1239 1169 1659"> </div> <p>(57) Abstract</p> <p>An optical demultiplexer comprises an optical fiber, a single collimator lens, a diffraction grating, and a photodetector array including photodetectors, wherein the output light from the optical fiber is demultiplexed through the collimator lens and the diffraction grating and focused on the photodetectors to form a light spot distorted because of the aberration of the optical system of the optical demultiplexer, and the photodetector array receives the substantially whole light spot. The photodetector array can be a linear array where photodetectors are linearly arranged or a matrix array where photodetectors are arranged in a matrix.</p>		

(57)要約

開示される光分波器は、光ファイバと、単一のコリメータレンズと、回折格子と、複数の受光素子を含む受光素子アレイとを備え、光ファイバからの出射光がコリメータレンズ及び回折格子を介して分波されてから再度前記コリメータレンズを介して、前記光分波器の光学系の収差に起因した変形を被ったスポットとして前記受光素子に集光しており、前記受光素子アレイが前記変形集光スポットを実質的に全て包含して受光できるように構成されている。前記受光素子アレイは、複数の受光素子が線形的に配列されて成る線形アレイか、マトリックス状に配列されて成る受光素子マトリックス状アレイであることが可能である。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を特定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	OM	オマーン	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	CN	中国	ME	モンテネグロ	TZ	タンザニア
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MK	マケドニア	TM	トルクメニスタン
BS	バハマ	GR	ギリシャ	ML	マリ	TR	トルコ
CA	カナダ	HR	クロアチア	MN	モンゴル	TT	トリニダード・トバゴ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MW	マラウイ	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MX	メキシコ	US	米国
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	NE	ニジェール	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	NL	オランダ	VN	ベトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NO	ノルウェー	YU	ユーゴスラビア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NZ	ニュージーランド	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	JP	日本	PE	ペルー	ZW	ジンバブエ
DE	ドイツ	KE	ケニア	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KP	北朝鮮	RU	ロシア		
		KR	韓国				

WO 99/46629

PCT/JP99/01193

明 細 書

光分波器

技術分野

本発明は、主に波長多重光通信に用いる光分波器に関するものである。

背景技術

従来この種の光分波器としては、光入出力に光ファイバを使用した例（特開平 9-24385号）、入力に光ファイバ、出力に光導波路を使用した例（特開平 8-75948号）、入力に光ファイバ、出力にフォトディテクタアレイを使用した例（特開平 7-38405号）等が報告されていた。

ところが、例えば光入出力に光ファイバを使用した場合は、集光スポットが軸外収差等で変形したり、ファイバの間隔がその外径よりも近接させることができないためにファイバ入力面の軸外に結像せざるを得なくなり、大きな結合損失が発生したり、集光位置の微小な位置ずれによって発生する損失変動が大きくなり、低損失で動作の安定した光分波器を実現することが困難であった。

また、光入力に光ファイバ、光出力に光導波路を用いた場合は、軸外収差に起因する結合損失量を相当減らすことが可能になるが、隣接チャンネル間隔が狭くなるため、チャンネル間クロストークが大きくなり、分波性能が低下する問題があった。

さらに、上記特開平 7-30485号では、光入力に光ファイバ、出力に受光素子アレイを用いて、隣接チャンネル間で発生したクロストークを受光素子アレイに接続するニューラルネットワーク回路で処理する構成を開示している。しかしながらこの構成では、モジュール構造が複雑になり、高価格化する問題があった。そして、光学系としての軸外収差を補正する思想がなく、単に配列した受光素子アレイからの出力を論理回路で処理するという設計コンセプトに基づくものであるため、結合損失に対しては何ら対策がなされておらず、クロストークに対しても論理回路に頼っているため、収差補正されたシステムに対して劣ったものであった。

WO 99/46629

PCT/JP99/01193

- 2 -

そこで本発明は、上述した軸外収差に起因する結合損失等の問題を光学設計以外の構成で解決することを目的とする。

具体的には、受光素子アレイを用いた光分波器において、受光素子アレイの素子の形状や配列に特徴を有する光分波器の提供を目的とする。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明に係る光分波器は、

光ファイバと、単一のコリメータレンズと、回折格子と、複数の受光素子を含む受光素子アレイとを備え、

光ファイバからの出射光がコリメータレンズ及び回折格子を介して分波されてから再度前記コリメータレンズを介して、前記光分波器の光学系の収差に起因する変形を被ったスポットとして前記受光素子に集光しており、

前記受光素子アレイが前記変形集光スポットを実質的に全て包含して受光できるように構成されていることを特徴としている。

前記受光素子アレイは、複数の受光素子が線形的に配列されて成る受光素子アレイとすることが可能である。特に前記受光素子アレイが、前記回折格子によって光が分波される方向に沿って分波チャンネル数と同数の受光素子が線形的に配列されていると共に、

前記回折格子の次数を m 、格子定数を d 、前記受光素子の配列方向の中心間隔を p 、前記コリメータレンズの焦点距離を f 、使用波長を λ_0 、分波するチャンネルの波長間隔を $\Delta\lambda$ とする場合に、

前記受光素子の配列方向の前記中心間隔 p が次式：

$$p = mf \Delta\lambda / (d \sqrt{1 - (m\lambda_0 / 2d)^2})$$

を満足していることが好ましい。また、前記受光素子の前記配列方向の幅 W_y を $0.2p$ から $0.9p$ とし、前記配列と直交する方向の幅 W_x を $1W_y \sim 10W_y$ とすることが好ましい。

さらに、前記受光素子アレイは、複数の受光素子がマトリックス状に配列されて成る受光素子マトリックス状アレイとすることも可能である。特に前記受光素子アレイが 1 行 \times k 列のマトリックス形態であり、

前記回折格子によって光が分波される方向における分波チャンネル数を n とした

WO 99/46629

PCT/JP99/01193

- 3 -

とき、 $\alpha = (k \cdot \cos \theta) / n$ とし（ただし θ は、前記光が分波拡散する方向と、 k 列方向のなす角度とする）、

前記回折格子の次数を m 、格子定数を d 、前記受光素子の配列方向の中心間隔を p 、前記コリメータレンズの焦点距離を f 、使用波長を λ_0 、分波するチャンネルの波長間隔を $\Delta \lambda$ とする場合、前記受光素子の配列方向の前記中心間隔 p が次式：

$$p = mf \Delta \lambda / (\alpha d \sqrt{1 - (m \lambda_0 / 2d)^2})$$

を満足することが好ましい。この場合には、分波するチャンネルに相当する複数の集光スポットの形状に合わせて複数の受光素子を組合せて所望の大きなフォトディテクタと等価な動作をさせることで、軸外収差を電気的に補正できるようにすることが望まれる。それ故に、前記受光素子アレイの受光素子は、前記回折格子によって光が分波される方向に沿って分波チャンネル数の α 倍以上配列されていること（ $\alpha \geq 2$ 乃至5）が好ましい。また、分波するチャンネル方向と直交する方向における受光素子アレイの受光素子列数は、特に制約はないが、微小な受光素子を組み合わせて大きいフォトディテクタとして使用することから、分波するチャンネル方向と同一の数とするか、2列以上で α 列以下配列されていることが好ましい。

本発明に係る光分波器は、少なくとも、光ファイバと、単一のコリメータレンズと、回折格子と、受光素子アレイとを具備することを特徴としている。受光手段として、受光素子アレイを用いたので光ファイバや受光素子1個1個の封止実装を不要としている。その結果、分波器の小型化、低コスト化を行うことが可能となっている。さらに本発明では、受光素子アレイは、それぞれが配列方向の幅よりも配列方向に直交する方向の幅の方が広い受光有効面を有する複数の受光素子を含むことを特徴としている。こうして、光学系で発生する軸外収差を光学系に特別な設計を持ち込んで補正・修正することなく、その収差に起因する変形スポットを包含できるように受光素子アレイを適合させるだけで済ませており、軸外収差を可及的に善処している。

また、受光素子アレイをマトリックス状とした場合には、受光素子を分波チャンネル数の α 倍以上を分波拡散方向に沿って配列し（ α としては $\alpha \geq 2$ 、より好

WO 99/46629

PCT/JP99/01193

- 4 -

ましくは $\alpha \geq 5$ とする)、光を分波する方向と直交する方向に、2行以上、 α 行以下配列している。これによって、入力光が複数に分波されてそれぞれが軸外収差を被って変形した各集光スポットの受光は、その変形スポットが投影されると共に該変形スポットを実質的に全て包含する受光素子サブアレイで行われる。こうしたサブアレイは変形スポットの形状に自在に対応した任意な形状で受光素子マトリックス状アレイ内に実現されるものであり、結果的には低結合損失の光分波器を提供できる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1実施例に係る4チャンネルの光分波器の概略全体構成図である。

図2 aは、図1に示された受光素子アレイを8チャンネルとした場合の平面図である。

図2 bは、図2 aにおける各受光素子の受光面の拡大図であり、光ファイバが受光素子アレイに対してオフセット配置された場合に生ずる軸外収差を受けた状態での各受光素子の受光面上における変形された集光スポットを示す。

図2 cは、図2 bの受光素子の受光面寸法 W_y 、 W_x と隣接受光面の中心間隔 p とを説明する説明図である。

図3は、本発明の第2実施例に係る4チャンネルの光分波器の概略全体構成図である。

図4 aは、図3に示された受光素子アレイを8チャンネルとした場合の平面図である。

図4 bは、受光素子マトリックス状アレイ内における任意数の受光素子から成る受光素子サブアレイに軸外収差を受けた集光スポットが投影された状態を示す平面図である。

図4 cは、図4 bに示された受光素子マトリックス状アレイ全体が回折格子によって光が分波拡散された方向と角度 θ で傾斜した場合を示す平面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適実施例を図面を参照して詳細に説明する。

図1は、本発明の第1実施例に係る光分波器の概略構成を示す。図1の光分波

WO 99/46629

PCT/JP99/01193

- 5 -

器において、光ファイバ1の出射面はコリメータレンズ2の光軸上の焦点面20に配置されている。光ファイバ1からの出射光10は光ファイバ1の開口数に応じて広がり、コリメータレンズ2で平行光11に変換されて回折格子3に入射する。回折格子3は反射コーティング領域31でカバーされた反射型回折格子であるため、各チャンネルの光はこの回折格子3で波長分散特性に応じて分光反射される。この際、回折格子3の回折次数を m 、格子定数を d 、使用波長を λ_0 とし、回折格子3を形成した面の法線33と光軸5とのなす角を θ_1 とし、 $\sin \theta_1 = -m\lambda_0 / (2d)$ となるように回折格子3を配置し、波長 λ_0 の光が光軸5を逆進するようにする。このような配置をとることにより、分光反射された光12は光軸5と波長分散に応じた角度を保持しつつ再度コリメータレンズ2に到達しコリメータレンズの軸外の焦点面20上に分離集光され各チャンネルごとの集光スポット群13を形成する。この焦点面20上には受光素子アレイ4が配置されている。受光素子アレイ4としては、これら集光スポット群13のそれぞれ対応するように配置された受光素子（即ち、受光素子の有効受光面）40が線形アレイ状に配列されて構成されている。この第1実施例において、受光素子アレイ4における受光素子数は、分波チャンネル数と等しくされている。尚、図1の例示では、4チャンネルに分波されている。

ここで、受光素子40の集光スポット群13が配列する方向における該受光素子中心間隔（ピッチ）を p 、コリメータレンズ2の焦点距離を f 、並びに、分波するチャンネルの波長間隔を $\Delta\lambda$ として、下記の次式（1）：

$$p = mf \Delta\lambda / (d \sqrt{1 - (m\lambda_0 / 2d)^2}) \dots\dots\dots (1)$$

を満たすようにすれば、分波した各チャンネルの光線の集光スポットに関しての隣接スポット間の中心間隔（ピッチ）は、受光素子40のピッチ p に等しくなるため、使用波長のうち最短波長のチャンネルと最長波長のチャンネルの2点でアライメント調整するだけで良好な結合特性が得られるようになる。

特に受光素子40の配列方向の幅は、隣接チャンネルとのクロストークとアライメントずれに対する過剰損失の許容度に影響を与え、配列方向に直交する方向の幅は、軸外収差で変形した集光スポットとの結合損失を低減するのに影響を与える。例えば、光ファイバ1は受光素子アレイ4の封止パッケージの都合により、

WO 99/46629

PCT/JP99/01193

- 6 -

複数の受光素子40の配列方向に直交する方向において、受光素子アレイ4からオフセットして置かれる(図2a参照)。このオフセット光学系では、光ファイバ1を出射した光が分波されて受光素子アレイ4の表面に収束する場合、コマ収差を中心とする軸外収差を受け、それら集光スポットが上記配列方向と直交する方向に延伸される(図2b参照)。従ってこのような軸外収差の影響を相殺するためには、該配列方向に直交する方向の幅を集光スポットの縦横比に併せてチューニングすることが望ましい。一般的な光学系では、オフセット量が数mm~10mm弱程度である。

これらの特性を考慮すると、受光素子40の配列方向の幅 W_y は0.2pから0.9p、望ましくは、0.4pから0.6pの間であればよく、配列方向と直交する方向の幅 W_x が1 W_y ~10 W_y 、望ましくは、3 W_y ~5 W_y であればよい(図2c参照)。

尚、図2には図1とは異なる8チャンネル用の受光素子アレイの平面図が示されている。その具体的構成を以下に記す。

- ・光ファイバ：コア径=9 μ m、開口数=0.1、単一モード
- ・コリメータレンズ：口径=20mm、焦点距離=50mm
- ・入力光：波長範囲=1550~1561.2nm、チャンネル数=8、波長間隔=1.6nm
- ・回折格子：サイズ=25mm角、回折次数 $m=1$ 次、格子定数 $d=1.8\mu$ m
- ・受光素子アレイ：エヒタックス(EPITAXX)社製ETX100MLA、22pin-DIPパッケージ、有効受光面積(Active Element Size)=100 \times 30 μ m²、受光素子の中心間隔 $p=50\mu$ m(図2b参照)

次に本発明の第2実施例に係る光分波器の概略構成を図3に示す。この光分波器は、図1に示される第1実施例に係る光分波器とほぼ同一の全体構成であり、光軸5上には、焦点面20上の光ファイバ1、コリメータレンズ2、並びに、回折格子3がそれぞれ配置され、コリメータレンズ2で分離集光され各チャンネルごとの集光スポット群13が形成される焦点面20上には受光素子アレイ4が

WO 99/46629

PCT/JP99/01193

- 7 -

配置されている。即ち、第1の構成例と同様に、波長 λ_0 、 m 次の回折光が光軸5を逆進するように回折格子3を配置すると、分光反射された光12は光軸5と波長分散に応じた角度を保持して再度コリメータレンズ2に到達しコリメータレンズ2の焦点面20の軸外に配置された受光素子アレイ4'上に分離集光され集光スポット群13を形成する。特にこの第2実施例に係る光分波器では、その受光素子アレイ4'に特徴を有するものであり、前記受光素子アレイの受光素子数が前記回折格子が光を分波する方向に分波チャンネル数の α 倍以上配列され（ α としては、 $\alpha \geq 2$ 、より望ましくは $\alpha \geq 5$ ）、光を分波する方向と直交する方向に、2行以上、 α 行以下配列されており、前記回折格子の次数を m 、格子定数を d 、前記受光素子の配列方向の中心間隔を p 、前記コリメータレンズの焦点距離を f 、使用波長を λ_0 、分波するチャンネルの波長間隔を $\Delta\lambda$ とする場合、前記受光素子の配列方向の前記中心間隔 p が次式（2）を満足することを特徴としたものである。

$$p = mf\Delta\lambda / (\alpha d \sqrt{1 - (m\lambda_0 / 2d)^2}) \quad \dots (2)$$

この実施例では、分波するチャンネルに相当する複数の集光スポットの形状に合わせて複数の受光素子を組合せて所望の大きなフォトディテクタと等価な動作をさせることで、軸外収差を電気的に補正できるように、 α は2以上、望ましくは5以上であることが望ましい。また、分波するチャンネル方向と直交する方向には、特に制約がないが、微小な受光素子を組み合わせで大きいフォトディテクタとして使用することから、分波するチャンネル方向と同一の大きさであることが望ましい。尚、図4aには、8チャンネル分波用の受光素子のマトリックス状アレイの平面図を示しており、この図示例の場合において、回折格子が光を分波する方向に配列される受光素子数は、分波チャンネル数の2倍（16行）、分波方向に直交する方向に沿って並列する配列数は4列とされている。このマトリックス内において、変形した集光スポットを内包するように各チャンネルごとに割り当てる受光素子を決定することが望ましい。即ち、この実施例では、こうして割り当てられた受光素子は、複数の受光素子から成るマトリックス状アレイの一部の受光素子を用いたサブアレイ形態をとる。これによって、入力光が複数に分波されてそれぞれが軸外収差を被って変形した各集光スポットの受光は、そ

WO 99/46629

PCT/JP99/01193

- 8 -

れら変形スポットが分散した状態でマトリックス状アレイに投影されて、それら変形スポット各々を実質的に全て包含する各サブアレイ内の受光素子で行われる。こうしたサブアレイは変形スポットの形状に自在に対応した任意な形状でマトリックス状アレイ内に実現されるものである。それ故にこうしたサブアレイで、投影される変形スポットを部分的に欠くことなく実質的にその全てを包含することによって、結果的には低結合損失を実現することができる。

尚、図4bは、受光素子アレイがマトリックス形態（1行×k列）で配列された複数の受光素子40から構成された場合の部分的詳細図であり、各変形スポットがマトリックス状アレイ内の各サブアレイで受光されている状態を示す。本発明はこの図4bに示されるように、マトリックス状アレイが入力光の分波拡散する方向に対して平行して配置されていることを必須要件とすることなく、図4cに示されるようにマトリックス状アレイが入力光の分波拡散する方向に対して角度 θ をもって傾斜して配置されている例にも適用可能である。この場合、各変形スポットをマトリックス状アレイ内における各受光素子サブアレイで過不足なく内包すべく、変形スポットの分散ピッチとマトリックス・ピッチとをマトリックスアレイ内において傾斜状態で一致させるようにする。そこで上記 α を、前記回折格子による光の分波方向における分波チャンネル数を n とした場合、 $\alpha = (k \cdot \cos \theta) / n$ と定義する。（但し、図4cに図示の如くに θ は、前記光が分波拡散する方向と、k列方向のなす角度とする）。ここで、 $(k \cdot \cos \theta) / n$ が小数の場合、 α は近似的にその整数部とする。また、 θ は $(k \cdot \cos \theta) / n$ が整数になるような角度とすることが好ましい。

産業上の利用可能性

本発明の光分波器は、収差に起因する変形集光スポットを欠くことなく全て包含するような形態の受光素子アレイを用いることで、優れた低結合損失性を表現すると共に高分波性能を発揮でき、波長多重光通信の分野において有用である。

WO 99/46629

PCT/JP99/01193

- 9 -

請求の範囲

1. 光ファイバと、単一のコリメータレンズと、回折格子と、複数の受光素子を含む受光素子アレイとを備える光分波器において、

光ファイバからの出射光がコリメータレンズ及び回折格子を介して分波されてから再度前記コリメータレンズを介して、前記光分波器の光学系の収差に起因する変形を被ったスポットとして前記受光素子に集光しており、

前記受光素子アレイが前記変形集光スポットを実質的に全て包含して受光できるように構成されていることを特徴とする光分波器。

2. 前記受光素子アレイとして、複数の受光素子が線形的に配列されて成る受光素子アレイを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の光分波器。

3. 前記受光素子アレイとして、前記回折格子によって光が分波される方向に沿って分波チャンネル数と同数の受光素子が線形的に配列されていると共に、

前記回折格子の次数を m 、格子定数を d 、前記受光素子の配列方向の中心間隔を p 、前記コリメータレンズの焦点距離を f 、使用波長を λ_0 、分波するチャンネルの波長間隔を $\Delta \lambda$ とする場合に、

前記受光素子の配列方向の前記中心間隔 p が次式：

$$p = mf \Delta \lambda / (d \sqrt{1 - (m \lambda_0 / 2d)^2})$$

を満足すると共に、前記受光素子の前記配列方向の幅 W_y を $0.2p$ から $0.9p$ とし、前記配列と直交する方向の幅 W_x を $1W_y \sim 10W_y$ としたことを特徴とする、請求項 1 に記載の光分波器。

4. 前記幅 W_y が、 $0.4p$ から $0.6p$ の範囲内であり、前記幅 W_x が、 $3W_y$ から $5W_y$ の範囲内であることを特徴とする、請求項 3 に記載の光分波器。

5. 前記受光素子アレイとして、複数の受光素子がマトリックス状に配列されて成る受光素子マトリックス状アレイを含むことを特徴とする、請求項 1 に記

WO 99/46629

PCT/JP99/01193

- 10 -

載の光分波器。

6. 前記受光素子アレイが1行×k列のマトリックス形態であり、

前記回折格子によって光が分波される方向における分波チャンネル数をnとしたとき、 $\alpha = (k \cdot \cos \theta) / n$ とし(ただし θ は、前記光が分波拡散する方向と、k列方向のなす角度とする)、

前記回折格子の次数をm、格子定数をd、前記受光素子の配列方向の中心間隔をp、前記コリメータレンズの焦点距離をf、使用波長を λ_0 、分波するチャンネルの波長間隔を $\Delta \lambda$ とする場合、前記受光素子の配列方向の前記中心間隔pが次式:

$$p = mf \Delta \lambda / (\alpha d \sqrt{1 - (m \lambda_0 / 2d)^2})$$

を満足することを特徴とする、請求項1に記載の光分波器。

7. 前記受光素子アレイの受光素子が、前記回折格子によって光が分波される方向に沿って分波チャンネル数の α 倍以上配列されていること($\alpha \geq 2$ 乃至5)を特徴とする、請求項6に記載の光分波器。

8. 前記受光素子アレイの受光素子が、前記回折格子によって光が分波される方向に直交する方向に、2列以上で α 列以下配列されていることを特徴とする、請求項6に記載の光分波器。

WO 99/46629

1 / 4

PCT/JP99/01193

FIG. 1

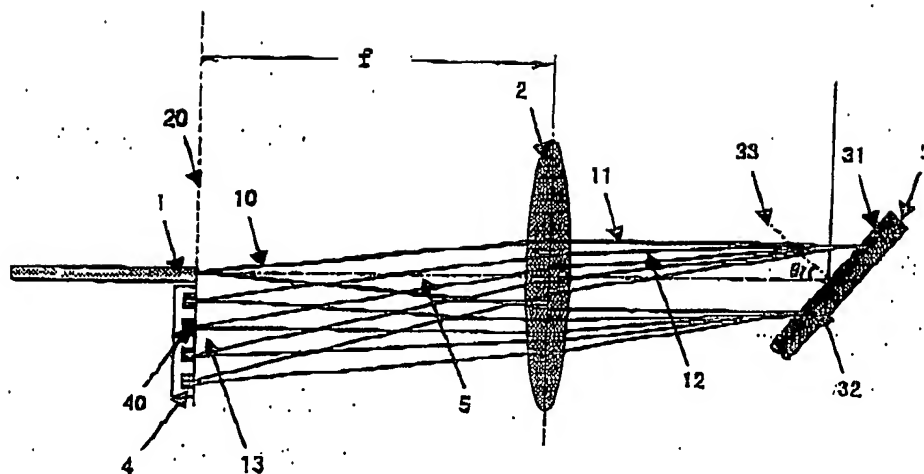
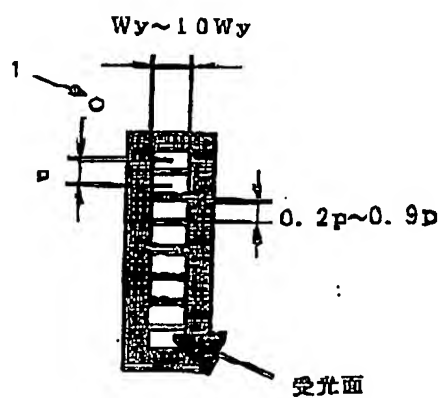


FIG. 2a

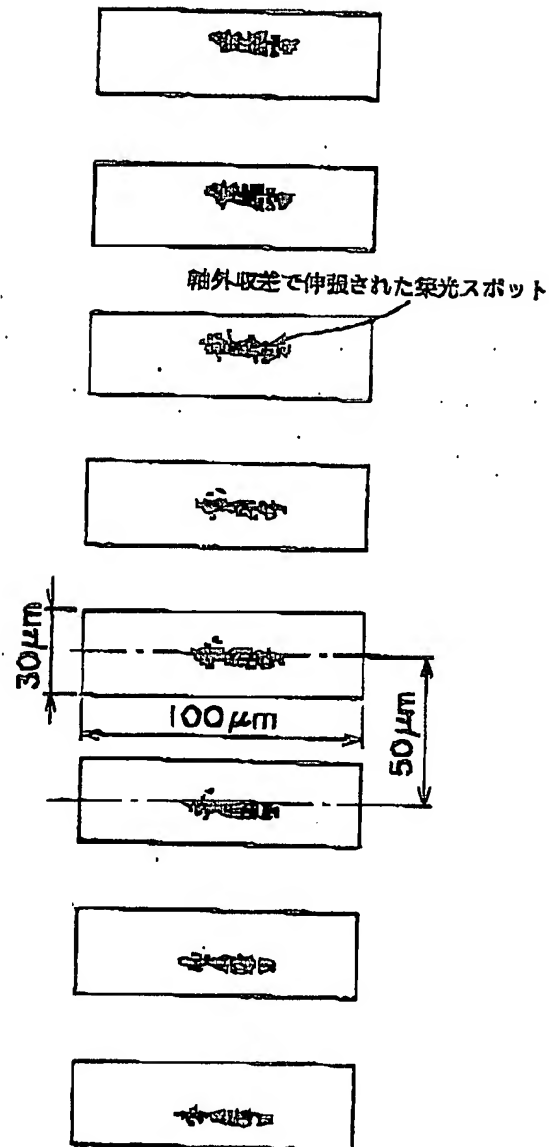


WO 99/46629

2 / 4

PCT/JP99/01193

FIG. 2b



WO 99/46629

3/4

PCT/JP99/01193

FIG. 2c

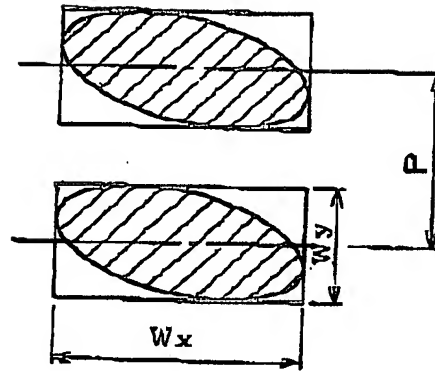


FIG. 4b

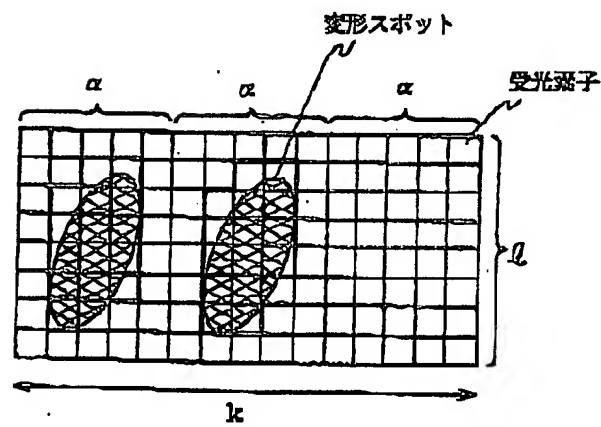
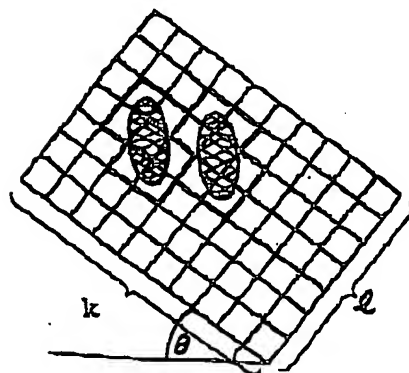


FIG. 4c



WO 99/46629

4 / 4

PCT/JP99/01193

FIG. 3

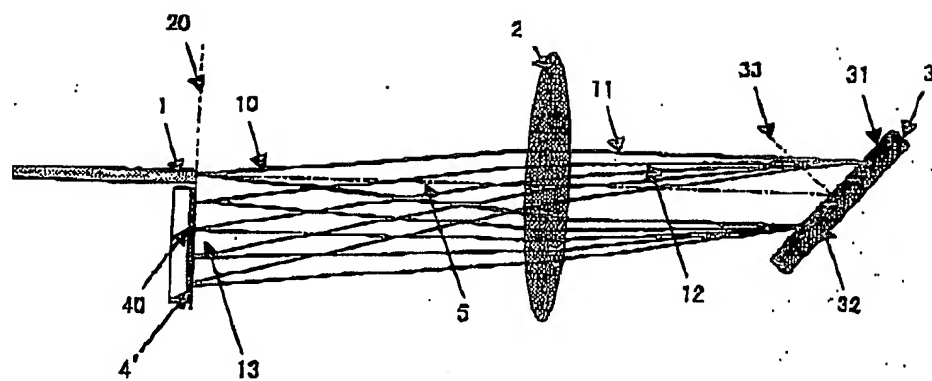
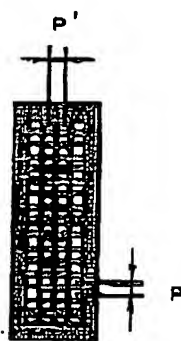


FIG. 4a



($p = p'$)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/01193

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁶ G02B27/10, G02B6/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁶ G02B27/10, G02B6/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category ^a	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 57-29005, A (Nippon Telegraph & Telephone Corp.), 16 February, 1982 (16. 02. 82), Full text ; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-8
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 63-47174 (Laid-open No. 1-120106) (Toshiba Corp.), 15 August, 1989 (15. 08. 89), Full text ; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.^a Special categories of cited documents:

- ^A documents defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- ^E earlier document but published on or after the international filing date
- ^L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- ^O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- ^P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- ^T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- ^X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- ^Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- ^Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
8 June, 1999 (08. 06. 99)Date of mailing of the international search report
15 June, 1999 (15. 06. 99)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P99/01193
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. G02B27/10, G02B6/28		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. G02B27/10, G02B6/28		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1999年 日本国登録実用新案公報 1994-1999年 日本国実用新案登録公報 1996-1999年		
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 57-29005, A (日本電信電話株式会社) 16. 2月. 1982 (16. 02. 82) 全文, 第1-11図 (ファミリーなし)	1-8
A	日本国実用新案登録出願63-47174号 (日本国実用新案登録出願公開1-120100号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社東芝) 15. 8月. 1989 (15. 08. 89) 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に抵触を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 08. 06. 99		国際調査報告の発送日 15.06.99
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 瀬川 勝久 電話番号 03-3581-1101 内線 3295